

**PABRIK NATRIUM SULFAT DARI
GARAM (NaCl) DAN ASAM SULFAT DENGAN
PROSES GARAM – ASAM SULFAT (MANNHEIM)**

PRA RENCANA PABRIK



Oleh :

**PRIMA NURUL ALVIANI
(0831010007)**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”
JAWA TIMUR
2012**

**PABRIK NATRIUM SULFAT DARI
GARAM (NaCl) DAN ASAM SULFAT DENGAN PROSES
GARAM – ASAM SULFAT (MANNHEIM)**

Pra Rencana Pabrik

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia
Program Studi Teknik Kimia**



OLEH :

PRIMA NURUL ALVIANI

(0831010007)

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”
JAWA TIMUR
2012**

LEMBAR PENGESAHAN

PRA RENCANA

PABRIK NATRIUM SULFAT DARI GARAM (NaCl) DAN ASAM SULFAT DENGAN PROSES GARAM – ASAM SULFAT (MANNHEIM)

Oleh :

PRIMA NURUL ALVIANI (0831010007)

Telah dikoreksi dan disetujui untuk Ujian Lisan Pra Rencana

Dosen Pembimbing,

Ir. NUR HAPSARI, MT

PRA RENCANA PABRIK

PABRIK NATIRUM SULFAT DARI GARAM (NaCl) DAN ASAM SULFAT DENGAN PROSES GARAM – ASAM SULFAT (MANNHEIM)

Disusun Oleh :

PRIMA NURUL ALVIANI (0831010007)

Telah dipertahankan dan diterima oleh Dosen Penguji Ujian Lisan

Pada tanggal : 13 April 2012

PENGUJI I

PEMBIMBING

Ir. Suprihatin, MT
NIP. 19630508 199203 2 001

Ir. Nur Hapsari, MT
NIP. 19620912 199203 2 002

PENGUJI II

Ir. Ely Kurniati, MT
NIP. 19661130 199203 2 001

PENGUJI III

Ir. Luluk Edahwati, MT
NIP. 19640611 199203 2 001

Mengetahui
Dekan Fakultas Teknologi Industri
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

Ir. Sutiyono, MT
NIP. 19600713 198703 1 001

LEMBAR PERSETUJUAN

Mahasiswa dengan nama dan NPM yang tertera dibawah ini:

NAMA : Prima Nurul Alviani
NPM / JURUSAN : 0831010007 / Teknik Kimia

Telah menyelesaikan tugas akhir dan disetujui untuk mengikuti Ujian Negara Lisan periode
V Tahun Akademik 2011– 2012

1. PRA RENCANA PABRIK (DESIGN/ TA)

Judul : PABRIK NATRIUM SULFAT DARI GARAM DAN ASAM
SULFAT DENGAN PROSES GARAM – ASAM SULFAT
(MANNHEIM)

2. SKRIPSI

Judul : PEMBUATAN ASAM OKSALAT DARI BATANG ECENG
GONDOK

3. PKL

Judul : PDAM SURYA SEMBADA KOTA SURABAYA, IPAM
KARANGPILANG III

**Dosen Pembimbing
Design/ TA**

Ir. Nur Hapsari, MT
NIP. 19620912 199203 2 002

**Dosen Pembimbing
SKRIPSI**

Ir. Dwi Hery Astuti, MT
NIP. 19590520 198703 2 001

**Dosen Pembimbing
PKL**

Ir. Tutuk Harsini, MT
NIP. 19520916 198203 2 001

**Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Kimia
UPN “Veteran” Jawa Timur**

Ir. Retno Dewati, MT
NIP. 19600112 198703 2 001

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan rasa syukur kepada Allah SWT dan dengan segala rahmat serta karuniaNya sehingga penyusun telah dapat menyelesaikan Tugas Akhir “Pra Rencana Pabrik Natrium Sulfat Dari Garam dan Asam Sulfat dengan Proses Garam – Asam Sulfat (Mannheim)”, dimana Tugas Akhir ini merupakan tugas yang diberikan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program pendidikan kesarjanaan di Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Surabaya.

Tugas Akhir “Pra Rencana Pabrik Natrium Sulfat Dari Garam dan Asam Sulfat dengan Proses Garam – Asam Sulfat (Mannheim)” ini disusun berdasarkan pada beberapa sumber yang berasal dari beberapa literatur , data-data , majalah kimia, dan internet.

Pada kesempatan ini kami mengucapkan terima kasih atas segala bantuan baik berupa saran, sarana maupun prasarana sampai tersusunnya Tugas Akhir ini kepada :

1. Bapak Ir. Sutiyono, MT

Selaku Dekan FTI UPN “Veteran” Jawa Timur

2. Ibu Ir. Retno Dewati, MT

Selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia, FTI, UPN “Veteran” Jawa Timur.

3. Ibu Ir. Nur Hapsari, MT

Selaku dosen pembimbing.

4. Ibu Ir. Suprihatin, MT, selaku Dosen Penguji I
5. Ibu Ir. Ely Kurniati, MT, selaku Dosen Penguji II
6. Ibu Ir. Luluk Edahwati, MT, selaku Dosen Penguji III
7. Dosen - dosen Program Studi Teknik Kimia, FTI, UPN "Veteran" Jawa Timur.
8. Seluruh Civitas Akademik Jurusan Teknik Kimia, FTI, UPN "Veteran" Jawa Timur.
9. Kedua orangtua dan kakak adik kami yang selalu mendoakan kami.
10. Semua pihak yang telah membantu, memberikan bantuan, saran serta dorongan dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Kami menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, karena itu segala kritik dan saran yang membangun kami harapkan dalam sempurnanya tugas akhir ini.

Sebagai akhir kata, penyusun mengharapkan semoga Tugas Akhir yang telah disusun ini dapat bermanfaat bagi kita semua khususnya bagi mahasiswa Fakultas Teknologi Industri jurusan Teknik Kimia.

Surabaya, April 2012

Penyusun

INTISARI

Perencanaan Pabrik Natrium Sulfat ini diharapkan dapat berproduksi dengan kapasitas 25.000 ton/tahun dalam bentuk padat. Pabrik beroperasi secara kontinyu berjalan selama 24 jam tiap hari dan 330 hari kerja dalam setahun.

Penelitian dan pengembangan Natrium Sulfat dari tahun ke tahun semakin maju dan banyak dilakukan penyempurnaan dalam pembuatannya sehingga banyak dikenal proses pembuatannya. Pada pabrik kertas yang banyak memakai kraft maka banyak pula Natrium Sulfat yang digunakan. Sebagian besar produk Natrium Sulfat dipergunakan untuk pabrik kertas dengan proses kraft. Secara singkat, uraian proses dari pabrik Natrium Sulfat sebagai berikut :

Pertama-tama, Garam (NaCl) dan Asam Sulfat (H_2SO_4) yang sedikit berlebih diumpankan ke dalam furnace (Mannheim Furnace). Gas HCl sebagai produk samping di dinginkan dan diserap dengan air di dalam absorber sehingga menghasilkan larutan HCl . Salt Cake (Natrium Sulfat mentah) dikeluarkan dari furnace secara kontinyu kemudian diangkut menuju Solution Tank. Pada solution tank ditambahkan soda ash untuk menetralkan kelebihan asam sulfat. Endapan dibiarkan untuk menetap dan cairan bening di atasnya dipompa ke Rotary Drum Vacuum Filter untuk ditampung dan disaring. Setelah itu masuk ke dalam Kristalizer dan mother liquor dikembalikan ke solution tank untuk digunakan pada proses selanjutnya. Cake berupa Natrium Sulfat Dehidrat diumpankan menuju tangki penampung setelah itu siap untuk dikemas sebagai produk akhir.

Pendirian pabrik berlokasi di Driyorejo, Gresik dengan ketentuan :

Bentuk Perusahaan	: Perseroan Terbatas
Sistem Organisasi	: Garis dan Staff
Jumlah Karyawan	: 190 orang
Sistem Operasi	: Kontinyu
Waktu Operasi	: 330 hari/tahun ; 24 jam/hari

Analisa Ekonomi :

* Massa Konstruksi	: 2 Tahun
* Umur Pabrik	: 10 Tahun
* Fixed Capital Investment (FCI)	: Rp. 133.532.341.341,28
* Working Capital Investment (WCI)	: Rp. 3.469.850.342,64
* Total Capital Investment (TCI)	: Rp. 137.002.191.683,93
* Biaya Bahan Baku (1 tahun)	: Rp. 37.461.041.244,00
* Biaya Utilitas (1 tahun)	: Rp. 2.313.411.210,00
- Steam	= 15358 lb/hari
- Air pendingin	= 15324 m ³ /hari
- Listrik	= 132,22 kWh/hari
- Bahan Bakar	= 3981,12 liter/hari
* Biaya Produksi Total (Total Production Cost)	: Rp. 79.244.551.071,19
* Hasil Penjualan Produk (Sale Income)	: Rp. 127.755.587.404,84
* Bunga Bank	: 14%
* Internal Rate of Return (IRR)	: 22,75%
* Rate On Equity (ROE)	: 32,91%
* Pay Out Periode (POP)	: 4,05 Tahun
* Break Even Point (BEP)	: 34,44%

DAFTAR TABEL

Tabel I.1. Kapasitas dan Produksi Natrium Sulfat di Indonesia.....	I-6
Tabel II.1. Perbedaan batasan – batasan Proses Pembuatan Natrium Sulfat ...	II-8
Tabel VII.1. Jenis Dan Jumlah Fire – Extinguisher	VII-6
Tabel VIII.2.1. Baku mutu air baku bersih	VIII-5
Tabel VIII.2.3. Kebutuhan air proses pada pabrik Natrium Sulfat	VIII-12
Tabel VIII.4.1. Kebutuhan listrik untuk peralatan proses dan utilitas	VIII-53
Tabel VIII.4.2. Kebutuhan Listrik Ruang Pabrik dan Daerah Pabrik.....	VIII-55
Tabel IX.1. Pembagian Luas Pabrik	IX-8
Tabel X.1. Jadwal Kerja Karyawan Proses.....	X-10
Tabel X.2. Perincian Jumlah Tenaga Kerja Dan Gaji.....	X-12
Tabel XI.1. Biaya Total Produksi Dalam Berbagai Kapasitas.....	XI-9
Tabel XI.2. Modal sendiri pada tahun konstruksi	XI-9
Tabel XI.3. Modal pinjaman pada tahun konstruksi	XI-10
Tabel XI.4. Tabel Cash Flow	XI-11
Tabel XI.5. Internal Rate Of Return.....	XI-14
Tabel XI.6. Rate On Equity.....	XI-15
Tabel XI.7. Pay Out Periode	XI-16

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 1. Natrium Sulfat dari Garam – Asam Sulfat dengan Proses Mannheim	II-2
Gambar II.1 2. Natrium Sulfat dengan proses Natural Brine.....	II-3
Gambar II.1.3 Natrium Sulfat dengan proses Rayon Spin Batch	II-5
Gambar IX.1. Peta Gresik	IX-1
Gambar IX.2. Lay Out Pabrik	IX-9
Gambar IX.3. Lay Out Peralatan Pabrik	IX-10
Gambar X.1. Struktur Organisasi Perusahaan	X-14
Gambar XI.1. Grafik BEP	XI-18

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
KATA PENGANTAR	ii
INTISARI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR ISI.....	viii
BAB I PENDAHULUAN	I – 1
BAB II SELEKSI DAN URAIAN PROSES	II – 1
BAB III NERACA MASSA	III – 1
BAB IV NERACA PANAS.....	IV – 1
BAB V SPESIFIKASI ALAT.....	V – 1
BAB VI PERENCANAAN ALAT UTAMA	VI – 1
BAB VII INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA.....	VII – 1
BAB VIII UTILITAS.....	VIII – 1
BAB IX LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK	IX – 1
BAB X ORGANISASI PERUSAHAAN	X – 1
BAB XI ANALISA EKONOMI.....	XI – 1
BAB XII PEMBAHASAN DAN KESIMPULAN	XII – 1
DAFTAR PUSTAKA	



BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Sejarah Perkembangan Pabrik

Natrium Sulfat adalah salah satu bahan yang sangat diperlukan sebagai bahan baku produk hulu, Natrium Sulfat banyak digunakan sebagai salah satu bahan pembuat kertas, detergen, gelas dan lain-lain.

Natrium sulfat (Na_2SO_4) dapat diperoleh dari air danau yang ada di Amerika. Selain itu dapat diperoleh dengan mereaksikan dari senyawa Natrium, misalnya : NaCl (Garam) dengan H_2SO_4 (Asam Sulfat). Yang merupakan senyawa Natrium yang pertama kali ditemukan pada tahun 1807 oleh *Sir Humphry Davy* . Dimana senyawa Natrium terdapat dalam jumlah yang berlimpah dalam bentuk alami, misalnya NaCl dalam air laut, Na_2CO_3 terdapat di Australia dan Afrika timur, NaNO_3 terdapat di Chili dan Peru.

Pengolahan Natrium Sulfat dari air danau (*Searles Lake*) yang berasal dari California ini dimulai pada tahun 1916 sebagai produk samping pembuatan KCl . Sedangkan yang berasal dari batuan (mineral) diproduksi secara besar pada tahun 1980.

Tahun 1884 telah dikembangkan proses *Kraft paper pulp*, pengembangan ini menjadikan Natrium Sulfat merupakan bahan yang sangat penting. Penelitian dan pengembangan Natrium Sulfat dari tahun ke tahun semakin maju dan banyak dilakukan penyempurnaan dalam



pembuatannya sehingga banyak dikenal proses pembuatannya. Pada pabrik kertas yang banyak memakai kraft maka banyak pula Natrium Sulfat yang digunakan. Sebagian besar produk Natrium Sulfat dipergunakan untuk pabrik kertas dengan proses kraft.

Pertimbangan lain kita mendirikan Na_2SO_4 adalah selama ini Indonesia masih mengimport dari negara lain sebanyak 2.157.134.338 kg (Berdasarkan data ekspor-import BPS Jawa Timur tahun 2004). Sehingga dengan didirikannya Pabrik Natrium Sulfat ini diharapkan dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri dan menggunakan tenaga kerja yang dapat mengurangi pengangguran. Disamping itu jika memungkinkan mengekspor negara lain dapat menambah devisa negara.

Di Dunia perdagangan Natrium Sulfat dikenal dan dijual dalam bentuk: Anhydrous Natrium Sulfate/ Salt Cake, Natrium Sulfate Decahydrate, Sodium Hydroden Sulfida / Niter Cake.

Pada Pra Rencana Pabrik ini kita akan membuat Natrium Sulfat dari garam (NaCl) dan Asam Sulfat (H_2SO_4) yang di Indonesia sudah banyak diproduksi misalnya di PT.Petrokimia Gresik yang harganya cukup murah dan mudah didapat.

I.2. Sifat Bahan Baku dan Produk

➤ Garam Industri (NaCl)

Nama lain : Garam dapur

Rumus Molekul : NaCl

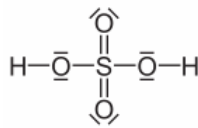
BAB I PENDAHULUAN

Pra Rencana Pabrik Natrium Sulfat dari Garam (NaCl) dan Asam Sulfat dengan Proses Garam – Asam Sulfat (Mannheim)



Berat Molekul	: 58, 5
Warna	: Putih bening
Bentuk	: Kristal putih
Spesific gravity	: 2,163
Melting Point	: 801°C
Boiling Point	: 1465 °C
Solubility,Cold water	: 35,9 gr/100 gr H ₂ O (25°C)
Solubility,Hot water	: 39,8 gr/100 gr H ₂ O (100°C)
Sedikit larut dalam 95% HCl Ethyl alcohol	
Tidak larut dalam HCl pekat	

➤ **Asam Sulfat** (*Chemicalland 21 & Perry 7^{ed} : 1999*)

Nama lain	: Oil of Vitriol, Dihydrogen Sulfate
Rumus Molekul	: H ₂ SO ₄
Rumus Bangun	: 
Berat Molekul	: 98
Warna	: Tidak berwarna
Bau	: Tajam dan khas
Bentuk	: Liquid pekat
Spesific Gravity	: 1,834
Melting Point	: 10, 49 °C
Boiling Pont	: Terdekomposisi diatas 340 °C



Solubility, Cold Water : Larut sedikit

Komposisi supplier PT. Petrokimia Gresik:

H₂SO₄ = 98,0 %

H₂O = 2,0 %

Total = 100,0 %

➤ **Natrium Sulfat** (Chemicalland21 & Perry 7^{ed} : 1999)

Nama lain : Thenardite, Salt Cake, Trona

Rumus Molekul : NaSO₄

Rumus Bangun : 

Berat Molekul : 142

Warna : Putih

Bau : Tidak berbau

Bentuk : serbuk

Spesific Gravity : 2,700

Melting Point : 880 - 888 °C

Boiling Pont : Terdekomposisi diatas 1100 °C

Solubility, Cold Water : 5 Kg b / 100 Kg H₂O (H₂O = 0°C)

Solubility, Hot Water : 42 Kg b / 100 Kg H₂O (H₂O = 100°C)



I.3. Kegunaan

Natrium Sulfat banyak digunakan pada Industri Kimia, karena sifat inertnya pada suhu rendah dan sifat reaktifnya pada suhu tinggi.

Adapun kegunaannya adalah sebagai berikut :

1. Dalam industry Kertas Craft 70% dari Na_2SO_4 digunakan sebagai campuran dalam proses pembuatan craft.
2. Dalam industry gelas, 10% dari Na_2SO_4 pada suhu tinggi digunakan untuk pembuatan gelas yang membantu mempercepat proses pencairan, mengurangi kecenderungan alkali.
3. Dalam industri Detergen 20 % Na_2SO_4 , pada suhu rendah sifat inert Na_2SO_4 dimanfaatkan untuk pembuatan detergen sintetis.
4. Dalam industry tekstil dapat digunakan sebagai pembuat zat warna yaitu standarisasi zat warna.
5. Dalam industry kimia lainnya, Sebagai bahan baku Industri Alkali Carbonate, Alkali hyposulfite dll

I.4. Aspek Ekonomi

Kebutuhan Natrium Sulfat di Indonesia, semakin meningkat sejalan dengan semakin meningkatnya kebutuhan akan pupuk di Indonesia. Hal ini dapat dilihat pada tabel berikut ini:

BAB I PENDAHULUAN

Pra Rencana Pabrik Natrium Sulfat dari Garam (NaCl) dan Asam Sulfat dengan Proses Garam – Asam Sulfat (Mannheim)

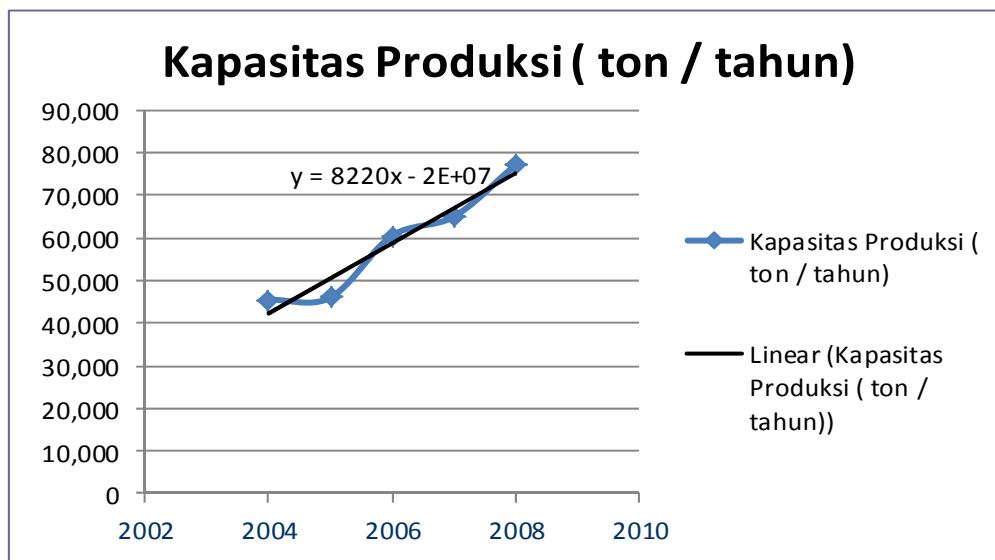


Tahun	Kapasitas Produksi (ton / tahun)
2004	45.500
2005	46.000
2006	60.500
2007	65.000
2008	77.100

Sumber : BPS (Badan Pusat Statistik)

Tabel I.1. Kapasitas dan Produksi Natrium Sulfat di Indonesia

Berdasarkan tabel diatas, dapat dibuat grafik hubungan antara kebutuhan produk dengan tahun produksi.



Dari grafik di atas, dengan metode regresi linier maka diperoleh persamaan untuk mencari kebutuhan pada tahun tertentu dengan persamaan :

$$Y = 8220 X - 2E+07$$

BAB I PENDAHULUAN

Pra Rencana Pabrik Natrium Sulfat dari Garam (NaCl) dan Asam Sulfat dengan Proses Garam – Asam Sulfat (Mannheim)



Keterangan : Y = Kebutuhan (ton/tahun)

X = Tahun ke-n

Pabrik Natrium Sulfat ini direncanakan beroperasi pada tahun 2012 sehingga untuk mencari kebutuhan pada tahun 2012, maka X = 2012.

Kebutuhan pada tahun 2012 :

$$\begin{aligned} Y &= [8220 \times 2012] - 10^7 \\ &= 653864 \text{ ton/th} \end{aligned}$$

Untuk kapasitas terpasang pabrik, diambil asumsi 3,75% dari kebutuhan total, sehingga kapasitas pabrik = 3,75% x 653864 ton/tahun = 25.000 ton/tahun.

Dan, dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa kebutuhan Natrium Sulfat tiap tahun semakin meningkat.



BAB II

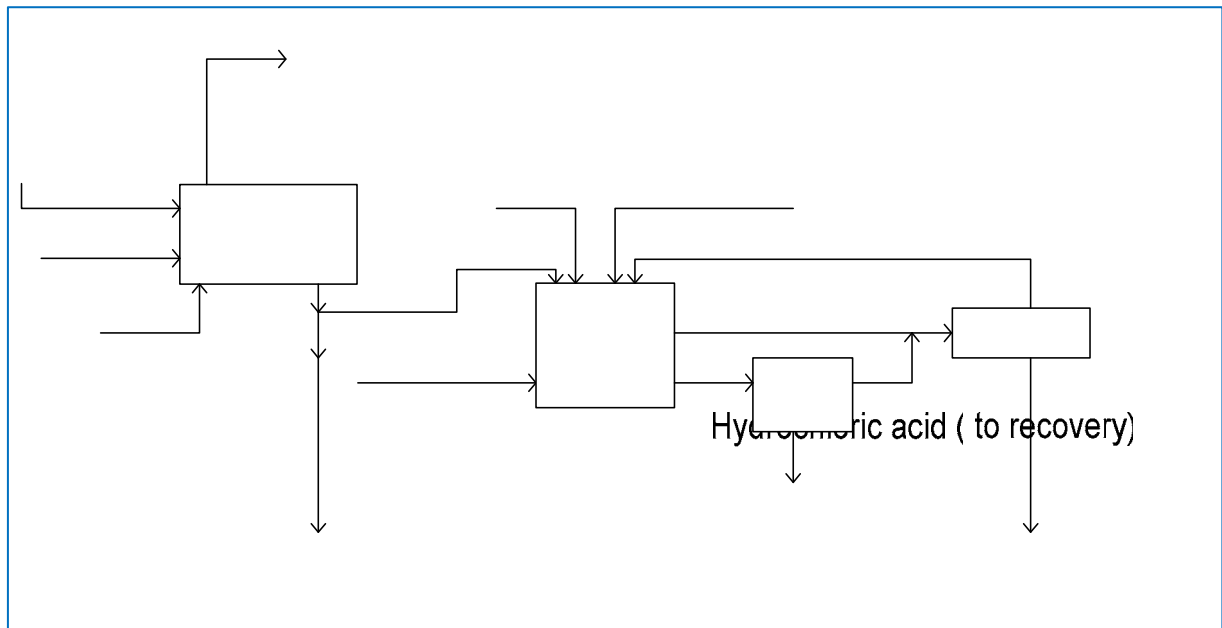
SELEKSI DAN URAIAN PROSES

II.1 Macam – macam Proses

Beberapa tahun perkembangan dalam teknologi, pembuatan Natrium Sulfat ini dapat dilakukan dengan lima macam cara atau proses dan bahan baku yang dipergunakan juga berbeda pula.

Proses pembuatan Natrium Sulfat dapat dibedakan menjadi dua bagian utama yaitu proses pembuatan dengan bahan baku garam dan proses pembuatan dengan bahan baku selain garam. Adapun proses yang dapat digunakan dalam pembuatan Natrium Sulfat adalah:

1. Natrium Sulfat dari Garam – Asam Sulfat dengan proses Mannheim
2. Natrium Sulfat dengan proses Natural Brine
3. Natrium Sulfat dengan proses Hargreaves
4. Natrium Sulfat dengan proses Rayon Spin Batch
5. Natrium Sulfat dengan proses Three Stage Lake

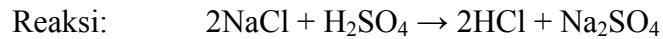
**II.1.1 Natrium Sulfat dari Garam – Asam Sulfat dengan proses Mannheim**

Gambar II.1 1. Natrium Sulfat dari Garam – Asam Sulfat dengan proses Mannheim

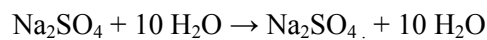
Pada proses Mannheim bahan baku yang digunakan adalah Garam (NaCl) dan Asam Sulfat (H_2SO_4) yang sedikit berlebih diumpankan ke dalam furnace dengan pengaduk (Mannheim Furnace). Dimana massa yang bereaksi dengan perlahan dipanaskan sampai suhu mendekati titik leburnya ($843^\circ C$). Gas HCl sebagai produk samping didinginkan dan diserap dengan air didalam absorber sehingga menghasilkan larutan HCl. Salt Cake (Natrium Sulfat mentah) dikeluarkan dari furnace secara kontinyu. Ketika Garam Glauber's didapat, salt cake dilarutkan dalam air panas. Pada furnace ditambahkan Soda Ash untuk menetralsisir kelebihan Asam sulfat disamping untuk mengendapkan besi dan alumina. Endapan dibiarkan untuk menetap dan cairan bening diatasnya dipompa ke kristalizer. Lumpur yang ada disaring dan dibuang, setelah kristalisasi



Garam Glauber's ditampung dan dikeringkan dalam Rotary Dryer dan ditampung dalam Silo. Mother liquor dikembalikan ke solution tank untuk digunakan pada proses selanjutnya, agar kristal tidak berwarna crystalizer dipertahankan dalam keadaan asam dalam netral.

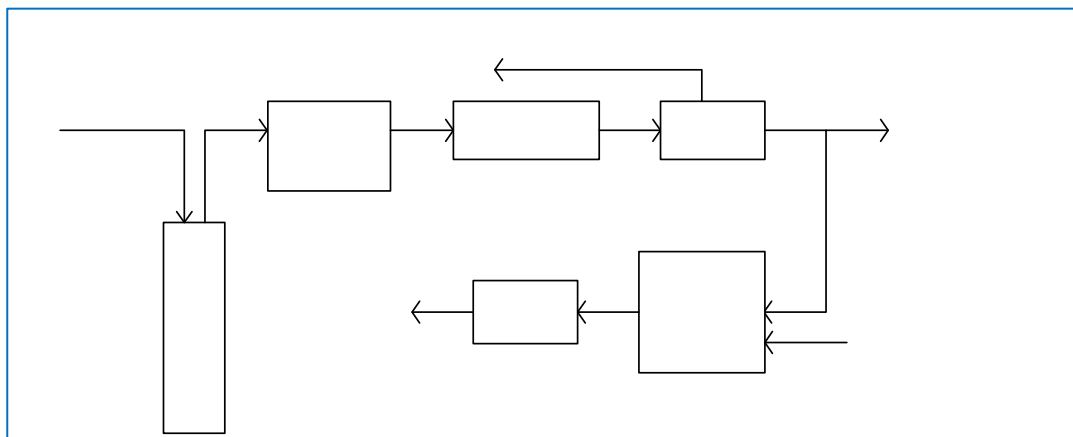


98% Yield



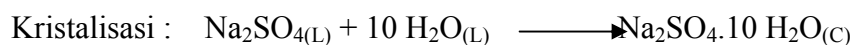
95% Yield

II.1.2 Natrium Sulfat dengan proses Natural Brine



Gambar II.1 2. Natrium Sulfat dengan proses Natural Brine

Natrium Sulfate merupakan bahan baku utama dan dapat diperoleh dari beberapa air tanah atau danau yang mengandung Natrium Sulfate (*Searles Lake Brine*). Larutan brine pertama-tama didinginkan melalui beberapa tahapan pendinginan, dimana pada saat pendinginan, Natrium Sulfate terkristalisasi membentuk Glauber's salt ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$).



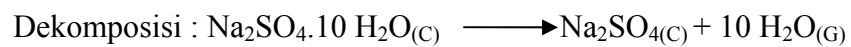
BAB II SELEKSI DAN URAIAN PROSES

Pra Rencana Pabrik Natrium Sulfat dari Garam (NaCl) dan Asam Sulfat dengan Proses Garam – Asam Sulfat (Mannheim)



Larutan Glauber's salt kemudian diumpankan pada centrifuge untuk memisahkan Kristal yang terbentuk dengan mother liquor, dimana Kristal yang terbentuk diumpankan ke dalam remelting vessel, sedangkan mother liquor dikembalikan kembali menuju ke alat cooling.

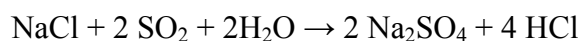
Pada remelting vessel, larutan Glauber's salt diendapkan dalam bentuk sulfate solid dengan cara memanaskan menggunakan steam.



Produk Natrium Sulfat kemudian dikeringkan pada dryer dengan menggunakan natural gas sebagai pemanas, sedangkan padatan yang terikut uap panas kemudian dikembalikan pada remilting vessel.

II.1.3 Natrium Sulfat dengan proses Hargreaves

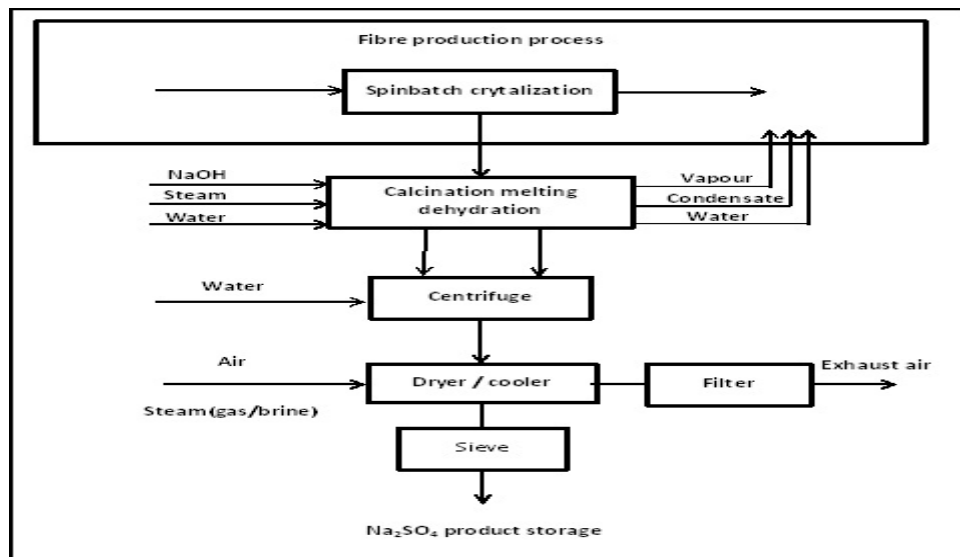
Proses ini dikembangkan di Amerika pada pertengahan abad 19. Proses ini berjalan dengan mengontak antara Sulfur Dioksida, udara dan NaCl sambil dipanaskan dengan pengalihan steam sebagai H₂O jуда gas SO₂ diperoleh dari hasil pembakaran reaksi :



Yield: 93-98 %



II.1.4 Natrium Sulfat dengan proses Rayon Spin Batch



Gambar II.1.3 Natrium Sulfat dengan proses Rayon Spin Batch

Pada proses ini, Natrium Sulfate dibuat dengan cara memintal serat viscose kedalam sulfuric acid dan kemudian produk Natrium Sulfate dapat mengendap. Reaksi yang terjadi :



Cell = Cellulose

Berdasarkan reaksi tersebut, maka Natrium Sulfate yang dihasilkan merupakan bahan baku utama yang merupakan produk samping dari pemintalan serat viscose dengan penambahan sulfuric acid, sebelum proses pemurnian dilakukan.

Pada proses pemurnian, reaksi antara serat viscose dan sulfuric acid dilakukan pada spinbath crystallizer, dimana Natrium Sulfate yang dihasilkan dikristalkan dalam bentuk Glauber's Salt ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{ H}_2\text{O}$) pada suhu kristalisasi $< 20^\circ\text{C}$. Glauber's salt kemudian diumpankan pada



melter, dimana pada melter Glauber's salt dikalsinasi pada suhu 32,38 °C untuk melepaskan 10 molekul H₂O dengan cara menambahkan air proses, sehingga membentuk padatan Natrium Sulfate. Untuk menghilangkan kandungan asam (sulfuric acid) yang masih terkandung dalam larutan, maka ditambahkan larutan NaOH untuk menetralkan asam. Pada melter dilakukan pemanasan untuk mengurangi kandungan air dalam larutan.

Konsumsi energi pada pabrik ini dapat dikurangi dengan menggunakan multi efek evaporator, karena pemakaian multi efek evaporator dapat menghemat penggunaan steam pada pabrik.

Larutan Natrium Sulfat dari unit melter (evaporative crystallization), kemudian diumpankan pada centrifuge untuk memisahkan cake Natrium Sulfate dan mother liquor dikembalikan pada melter untuk proses selanjutnya.

Cake Natrium Sulfate kemudian dikeringkan pada dryer dengan udara panas dan kemudian didinginkan pada cooler untuk kemudian disaring pada screen dengan ukuran disesuaikan dengan kebutuhan pasar ($\pm 20 - 40$ mesh).

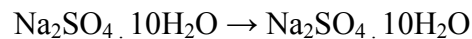
II.1.5 Natrium Sulfat dengan proses Three Stage Lake

Pada proses ini Na₂SO₄ dibuat dari bahan mineral (batuan alam) yang mempunyai komposisi senyawa yang terbesar adalah Na₂SO₄ . 10H₂O yang disebut dengan garam Glauber's. garam Glauber's dihancurkan dengan roll Crusher dengan ukuran 5- 10 cm, dan selanjutnya dicuci untuk



membersihkan kotoran-kotoran yang ada. Setelah itu dicairkan dengan menggunakan Rotary Melter yang menggunakan api langsung untuk pemanasnya. Sisa uap air yang ada diuapkan di Rotary Dryer dengan menggunakan api langsung sebagai pemanasnya.

Reaksi yang terjadi :



II.2 Seleksi Proses

Dari kelima proses maka dipilih proses Garam – Asam Sulfat dengan proses Mannheim karena berdasarkan pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut:

- Bahan baku yang mudah diperoleh
- Peralatan yang dipakai lebih sedikit dan mudah didapat atau mudah dirancang di Indonesia
- Proses yang digunakan lebih sederhana sehingga biaya proses lebih murah
- Produk yang dihasilkan mempunyai konversi tinggi mencapai 98 %
- Produk samping yang dihasilkan adalah HCl yang mempunyai banyak kegunaan

Adapun pertimbangan tersebut diambil dengan memperhatikan batasan-batasan perbandingan antara proses satu dengan yang lainnya.

Batasan-batasan tersebut diantaranya :

BAB II SELEKSI DAN URAIAN PROSES

Pra Rencana Pabrik Natrium Sulfat dari Garam (NaCl) dan Asam Sulfat dengan Proses Garam – Asam Sulfat (Mannheim)



Pembatas	Proses				
	Mannheim	Natural Brine	Hargreaves	Rayon Spin Batch	Three Stage Lake
Bahan baku yang digunakan	Garam (NaCl)	Natural Brine (Searles Lake Brine dari california)	Garam	Rayon	garam Glauber's
Bahan pembantu yang digunakan	Asam Sulfat (H ₂ SO ₄)	-	SO ₂	-	-
Suhu reaksi	843°C	15-20°C		-	-
Yield produksi	98%	-	98%	-	-
Kadar Produk	> 99%	99.5%	98%	97%	99%

Tabel II.1. Perbedaan batasan – batasan Proses Pembuatan Natrium Sulfat

Dari tinjauan proses pembuatan Natrium Sulfate diatas maka dapat kami tarik kesimpulan bahwa proses pembuatan Natrium Sulfate yang dipilih yaitu proses pembuatan Natrium Sulfate dari Garam- Asam sulfat dengan proses Mannheim.

II.3 Uraian Proses

Pada para rencana pabrik Natrium Sulfat dapat dibagi menjadi 4 unit proses yaitu :

BAB II SELEKSI DAN URAIAN PROSES

Pra Rencana Pabrik Natrium Sulfat dari Garam (NaCl) dan Asam Sulfat dengan Proses Garam – Asam Sulfat (Mannheim)



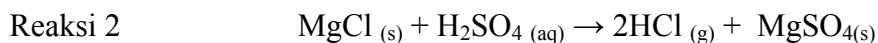
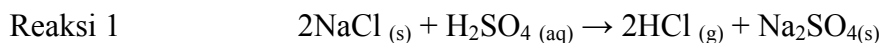
1. Unit Pengendalian Bahan (Kode Unit :100)
2. Unit Proses Natrium Sulfat (Kode Unit : 200)
3. Unit Proses HCl (Kode Unit : 300)
4. Unit Pengendalian Produk (Kode Unit : 400)

Adapun penjelasan proses tiap unit sebagai berikut :

Unit Pengendalian Bahan (Kode Unit: 100)

Pertama adalah Natrium sulfat dengan kadar 98% masuk kedalam tangki pengencer R-122 untuk memperoleh asam sulfat sesuai dengan proses yang dikehendaki yaitu dengan yaitu kadar 77,67% (60°Be). Kemudian dipompa dari tangki pengencer R-122 menuju ke Mannheim Furnace Q-210. Secara bersamaan Garam dengan kandungan NaCl 93,18% dari gudang F-110 diumpankan pada Disk Mill C-112 dengan Belt Conveyor J-111 untuk dihaluskan sampai dengan 200 mesh. Dari Disk Mill C-112, garam kemudian diumpankan ke Mannheim Furnace Q-210 dengan Screw Conveyor J-113. Pada Mannheim Furnace Q-210 terjadi reaksi antara NaCl dan H₂SO₄ membentuk Na₂SO₄ dan gas HCl pada suhu 843°C dengan tekanan 4 atm.

Reaksi yang terjadi adalah : (Keyes :763)



Produk utama berupa Natrium Sulfat keluar pada nozzle bagian bawah menuju ke Rotary Cooler B-220 dengan Screw Conveyor J-212 untuk didinginkan

BAB II SELEKSI DAN URAIAN PROSES

Pra Rencana Pabrik Natrium Sulfat dari Garam (NaCl) dan Asam Sulfat dengan Proses Garam – Asam Sulfat (Mannheim)



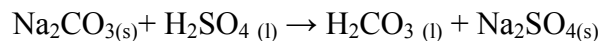
sampai 40°C. Produk atas merupakan produk samping HCl, dikeluarkan pada Nozzle bagian atas menuju ke Coke Tower untuk didinginkan sampai suhu 175°C.

Unit Proses Natrium Sulfat (Kode Unit :200)

Pada Rotary Cooler B-220, produk didinginkan dengan bantuan udara bebas secara Counter-Current yang dihisap dari Blower G-222. Udara dan padatan yang ada, dipisahkan pada Cyclone H-221 dimana udara dibuang ke udara bebas, sedangkan padatan terpisah diumpankan ke Silo F-224 dengan Bucket Elevator J-223.

Dari Silo F-224 Natrium Sulfat kemudian diumpankan pada Neutralizer R-230 untuk netralisasi H₂SO₄ dengan bantuan Na₂CO₃ yang diumpankan dari Silo F-130.

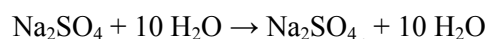
Reaksi yang terjadi :



Produk Neutrallizer R-230 kemudian dipompa menuju Rotary Drum Vacuum Filter H-240. Pada Rotary Drum Vacuum Filter H-240 terjadi pemisahan Cake dan filtrat dengan bantuan tekanan vacuum. Cake dibuang ke pengolahan limbah padat, sedangkan filtrat berupa Natrium Sulfat jenuh menuju Crystallizer S-250.

Pada Crystallizer S-250 terjadi proses kristalisasi Na₂SO₄ menjadi Na₂SO₄·10 H₂O pada suhu 38°C.

Reaksi yang terjadi :



BAB II SELEKSI DAN URAIAN PROSES

Pra Rencana Pabrik Natrium Sulfat dari Garam (NaCl) dan Asam Sulfat dengan Proses Garam – Asam Sulfat (Mannheim)



Produk campuran kristal dan mother liquor kemudian diumpankan pada Rotary Druum Vacuum Filter H-260 untuk pemisahan cake dan filtrat. Filtrat berupa larutan impuritis dibuang ke pengolahan limbah cair sedangkan cake berupa Natrium Sulfat Dehydrat diumpankan pada tangki F-410 dengan Screw Conveyor J-261 sebagai produk akhir.

Unit Proses HCl (Kode Unit : 300)

Dari Mannheim Furnace (Q-210) terjadi Reaksi :



Dari reaksi tersebut terbentuk Produk samping HCl yang berupa gas, Kemudian di pompa ke Coke Tower (D-310) untuk didinginkan lalu diumpkan ke HCl Absorber (D -320) untuk proses pemisahan antara HCl liquida dan HCl gas. HCl liquida dipompa ke tangki penyimpanan HCl (F-420) sedangkan HCl gas dipompa menuju HCl Scrubber (D-330).



Unit Pengendalian Produk (Kode Unit : 400)

➤ **Produk Natrium Sulfat F-410**

Produk dari S-260 diangkut ke F- 410 dengan bantuan J-261. Dalam F-410 (Tempat Penyimpanan) dengan Kapasitas penyimpanan panas yang tinggi dalam perubahan fase dalam padat ke cair, dan perubahan suhu fase menguntungkan dari 32°C .

➤ **Produk HCl F- 420**

Produk dari D-310 lalu dipompa menuju F-420, produk HCl memiliki laju penguapan sangat tinggi sehingga penyimpanan dan penanganannya harus dilakukan dalam suhu rendah.